

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 6 – 10 КВ**

Снижение уровня сопротивления изоляции фаз электрической сети относительно земли создает возникновение аварийных режимов эксплуатации электроустановок, следствием которых может явиться поражение людей электрическим током.

Для исключения поражения людей электрическим током необходимо обеспечить высокий уровень сопротивления изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением выше 1000 В путем проведения мероприятий, связанных с систематическим и эффективным контролем за ее состоянием, что является одним из основных направлений по обеспечению электробезопасности в сетях напряжением 6 – 10 кВ на предприятиях [1, 2].

Практика эксплуатации электрических сетей напряжением 6 – 10 кВ показывает отсутствие на предприятии методики измерения сопротивления изоляции. А если она имеется, то измерения сопротивления изоляции производятся, как правило, крайне нерегулярно и к тому же с большими погрешностями. Наиболее широкое применение нашел метод измерения сопротивления изоляции путем применения измерительного устройства – мегомметр.

Следует особо отметить, что результаты измерения мегомметром, предусмотренных “Правилами устройства электроустановок” (ПУЭ) и “Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТЭ), не соответствуют действительным значениям сопротивления изоляции сети, так как измерения производятся при отсутствии рабочего напряжения в электрической сети и отключенных электроприемников [3].

Использование мегомметра позволяет качественно установить состояние изоляции только при отключенном состоянии электроприемниках. Отсюда следует, что применение мегомметра как средства для оценки условий электробезопасности при эксплуатации электроустановок недостаточно, так как это не позволяет определить активное, емкостное и полное сопротивление изоляции фаз электрической сети относительно земли под рабочим напряжением [3].

Следует особо отметить, что “Правила техники безопасности” (ПТБ) не регламентируют нормы сопротивления изоляции фаз электрической сети относительно земли. Это привело к тому, что отсутствует критерий оценки измеренных величин параметров изоляции. Отсутствие норм параметров изоляции при эксплуатации электроустановок привело к невыполнению соответствующих требований ПТБ, так как даже регулярные измерения сопротивления изоляции под рабочим напряжением теряют смысл и сводятся к чистой формальности [3].

В ПУЭ отмечено, что норма на сопротивление изоляции должна быть не менее – 0,5 МОм омического сопротивления у отдельного элемента схемы электрической сети и электроприемника. Это не позволяет произвести оценку состояния изоляции в целом.

Поэтому норма ПУЭ относительно – 0,5 МОм омического сопротивления не может быть принята как критерий эксплуатационного сопротивления изоляции для контроля ее состояния и, следовательно, как критерий электробезопасности, так как с точки зрения безопасности производства работ в электроустановках необходима оценка полного сопротивления изоляции и его составляющих [3].

На основе вышеизложенного следует, что основной задачей исследования состояния изоляции при эксплуатации электроустановок напряжением 6 – 10 кВ является разработка методики определения их параметров изоляции.

Для проведения экспериментальных исследований состояния изоляции в системе внутреннего электроснабжения тепловых электростанций разработана методика определения параметров изоляции в сетях напряжением 6 – 10 кВ, в основу которой положен способ определения параметров изоляции в трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью напряжением выше 1000 В, заключающийся в измерении величин модулей линейного напряжения, напряжения нулевой последовательности и напряжения фазы А относительно земли после подключения активной дополнительной проводимости между ней и землей [4].

Исследования состояния изоляции производятся по принципиальной электрической схеме, представленной на рис. 1, содержащей:

- А, В и С – фазы исследуемой сети;
- TV – трансформатор напряжения типа НТМИ-6;
- QF – выключатель нагрузки, коммутирующий дополнительную активную проводимость между фазой А электрической сети и землей;
- PV1 – вольтметр, измеряющий величину модуля напряжения фазы А относительно земли;
- PV2 – вольтметр, измеряющий величину модуля линейного напряжения;
- PV3 – вольтметр, измеряющий величину модуля напряжения нулевой последовательности;
- $g_A, g_B, g_C$  – активные проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли;
- $b_A, b_B, b_C$  – емкостные проводимости изоляции фаз электрической сети относительно земли;
- $g_0$  – дополнительная активная проводимость, которая вводится между фазой А электрической сети и землей.

Для измерения величин модулей напряжений используются вольтметры типа Э-515 с кл. точности 0,5, с пределами измерения  $U=0-150$  В. В качестве активной дополнительной проводимости  $g_0$  – сопротивление марки ПЭ-200,0 с  $R = 1000,0$  Ом, которое, подключается между фазой сети и землей с целью определения параметров изоляции.

Определение параметров изоляции производится по следующей методике:

1 Выбирается резервная ячейка комплектно-распределительного устройства (КРУ) напряжением 6 - 10 кВ.

2 Производится опробование ячейки на работоспособность.

3 Для производства работ по подготовке коммутации силовых цепей, выкатываем ячейку выключателя нагрузки QF.

4 Между фазой А ячейки выключателя нагрузки QF и землей подключается известная активная дополнительная проводимость  $g_0$ .

5 Производится на ячейке трансформатора напряжения TV проверка напряжения фаз А, В и С относительно земли, а также линейного напряжения исследуемой сети.

6 После проверки напряжений выкатывается ячейка трансформатора напряжения TV, провод  $x_d$  отсоединяется, выводя тем самым защиту от однофазного замыкания на землю, и подготавливаются цепи измерения величин модулей напряжений фаз А, В и С относительно земли, а также линейного напряжения.

7 Закатывается ячейка трансформатора напряжения TV и на измерительные клеммы подключаются вольтметры PV1, PV2 и PV3 (типа Э-515), измеряющие вели-

чины модулей линейного напряжения, напряжения фазы А относительно земли и напряжения нулевой последовательности.

8 После проведения всех подготовительных работ, указанных в пп. 1 – 7, производится вкатывание ячейки выключателя нагрузки QF и записываются показания измерительных приборов. После регистрации измеряемых величин выключателем нагрузки QF производится подключение активной дополнительно проводимости  $g_o$  между фазой А электрической сети и землей и записываются показания измерительных приборов. После регистрации измеряемых величин при подключенной активной дополнительной проводимости  $g_o$  производится отключение выключателя нагрузки QF.

9 После окончания эксперимента по пункту 8 ячейка выключателя нагрузки QF выкатывается, отключаются цепи включения активной дополнительной проводимости, и ячейка выключателя нагрузки вкатывается в исходное положение секции комплектно-распределительного устройства. Аналогично производятся работы на секции трансформатора напряжения TV, где отключаются цепи подключения вольтметров PV1, PV2, PV3 и восстанавливается цепь управления защиты от однофазного замыкания на землю.

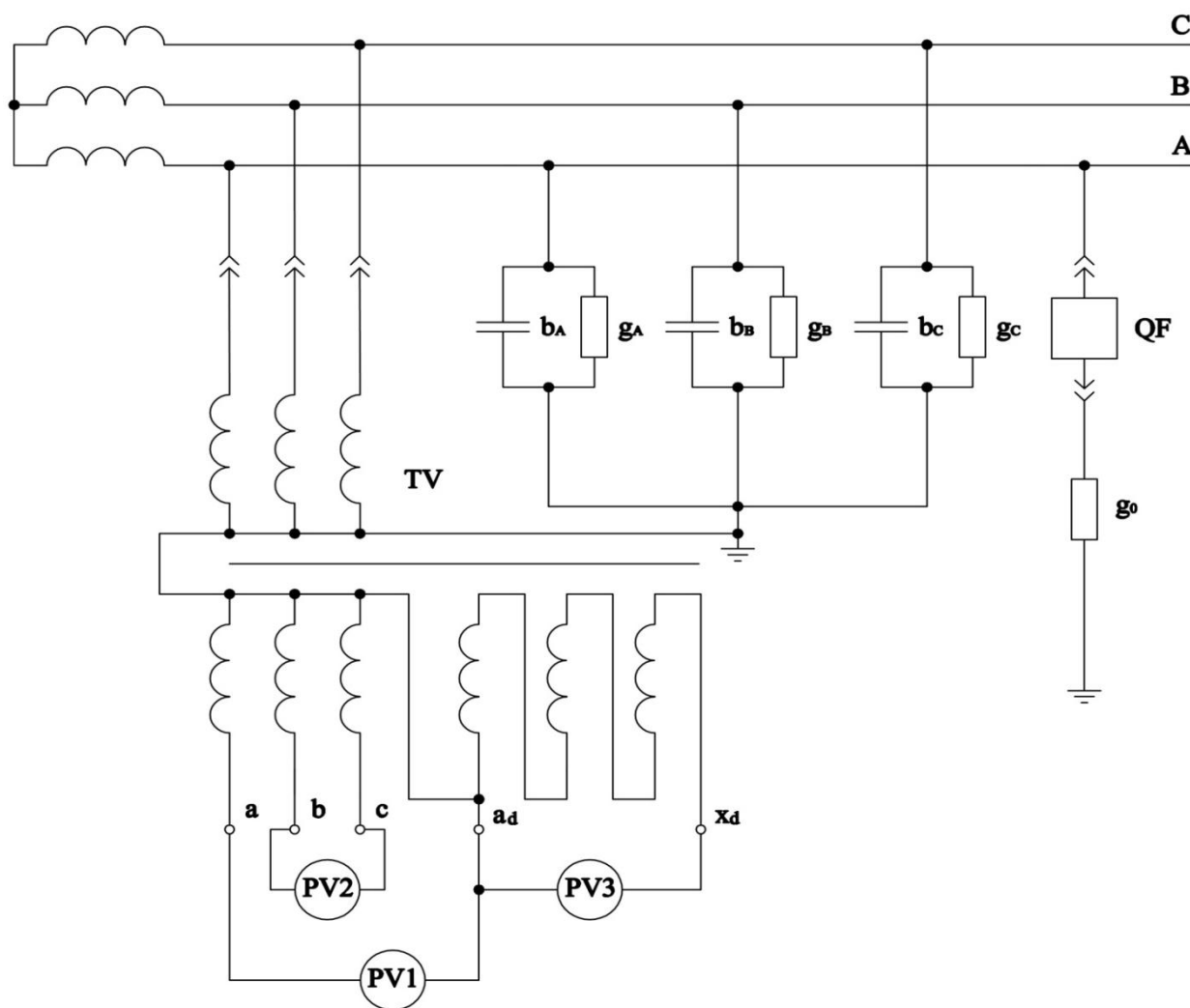


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная исследования параметров изоляции в сетях напряжением 6 – 10 кВ

По измеренным величинам модулей:  $U_{\text{л}}$  – линейного напряжения,  $U_o$  – напряжения нулевой последовательности,  $U_{\text{фо}}$  – напряжения фазы относительно земли после подключения между ней и землей, а также с учетом величины  $g_o$  – активной дополнительной проводимости производится определение параметров изоляции по полученным математическим уравнениям [4]:

- активная проводимость изоляции сети

$$g = \left( \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3U_{\text{фо}}^2 + U_o^2}} - 1 \right) \cdot g_o,$$

- емкостная проводимость изоляции сети

$$b = \frac{U_{\text{л}} U_{\text{фо}} g_o}{U_o \sqrt{3U_{\text{фо}}^2 + U_o^2}},$$

- полная проводимость изоляции сети

$$y = \sqrt{g^2 + b^2}.$$

Методика обеспечивает удовлетворительную точность определения параметров изоляции, простоту и безопасность производства работ в действующих электроустановках напряжением выше 1000 В.

Социальный эффект от внедрения результата работы заключается в повышении уровня электробезопасности при эксплуатации сетей напряжением 6 – 10 кВ.

#### Список использованных источников

1 Utegulov, B., Utegulov, A., Begentayev, M., Zhumazhanov, S., Zhakipov, N., «Method for determining parameters of isolation network voltage up to 1000 V in mining enterprises» Source of the Document Proceedings of the IASTED International Conference on Power and Energy Systems and Applications, PESA 2011.

2 Utegulov, B., Utegulov, A., Begentayev, M., Zhakipov, N., Sadvakasov, T., «Method for determining the insulation in asymmetric networks with voltage up to 1000 V in mining enterprises» Source of the Document Proceedings of the IASTED International Conference on Power and Energy Systems and Applications, PESA 2011.

3 Электробезопасность в горнодобывающей промышленности // Л.В. Гладилин, В.И. Щуцкий, Ю.Г. Бацезев, Н.И. Чеботаев. – М.: Недра., 1977. – 327 с.

4 Утегулов Б.Б. Анализ погрешности разработанного способа определения параметров изоляции в сети напряжением 6 кВ. – Вестник науки. – Выпуск №4. – Технические науки. – КАТУ им. С.Сейфулина. – Астана, 2015.